

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-228866

(P2006-228866A)

(43) 公開日 平成18年8月31日(2006.8.31)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H 0 1 L 41/22 (2006.01)	H 0 1 L 41/22 Z	2 C 0 5 7
B 4 1 J 2/16 (2006.01)	B 4 1 J 3/04 1 O 3 H	
B 4 1 J 2/045 (2006.01)	B 4 1 J 3/04 1 O 3 A	
B 4 1 J 2/055 (2006.01)	H 0 1 L 41/08 J	
H 0 1 L 41/09 (2006.01)	H 0 1 L 41/18 1 O 1 D	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2005-38942 (P2005-38942)

(22) 出願日 平成17年2月16日 (2005.2.16)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100079108

弁理士 稲葉 良幸

(74) 代理人 100080953

弁理士 田中 克郎

(74) 代理人 100093861

弁理士 大賀 眞司

(72) 発明者 津田 昭仁

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF65 AF93 AG14 AG44 AG55

AP14 AP25 AP34 AP52 AP53

AP58 AQ02 BA04 BA14

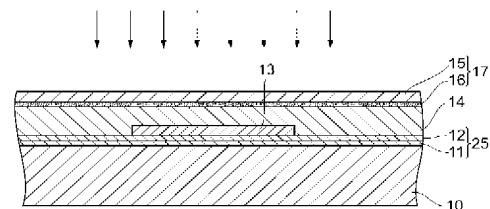
(54) 【発明の名称】 圧電アクチュエータの製造方法、圧電アクチュエータ、液体噴射ヘッド及び液体噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 優れた圧電特性を有し、且つ圧電体層と上電極との密着性が向上した圧電アクチュエータの製造方法及び圧電アクチュエータを提供する。

【解決手段】 基板10上に絶縁膜(弾性膜)25を形成する工程と、絶縁膜25上に下電極13を形成する工程と、下電極13上に圧電体膜14を形成する工程と、圧電体膜14上に第1の導電膜15を形成する工程と、第1の導電膜15を通して、少なくとも圧電体膜14と第1の導電膜15との界面にイオンを打ち込んで導電層16を形成し、第1の導電膜15及び導電層16を備えた上電極形成用膜17を構成する工程と、圧電体膜14及び上電極形成用膜17をパターンニングし、圧電体層18及び上電極19を形成する工程と、を含んでなる圧電アクチュエータの製造方法である。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

絶縁膜及び当該絶縁膜上に形成された下電極を含む振動板と、当該振動板上に形成された圧電体層と、当該圧電体層上に形成された上電極と、を備えた圧電アクチュエータの製造方法であって、

基板上に絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜上に下電極を形成する工程と、

前記下電極上に圧電体膜を形成する工程と、

前記圧電体膜上に第 1 の導電膜を形成する工程と、

前記第 1 の導電膜を通して、少なくとも前記圧電体膜と第 1 の導電膜との界面にイオンを打ち込んで導電層を形成し、当該第 1 の導電膜及び導電層を備えた上電極形成用膜を構成する工程と、

前記圧電体膜及び上電極形成用膜をパターンニングし、圧電体層及び上電極を形成する工程と、

を含んでなる圧電アクチュエータの製造方法。

**【請求項 2】**

前記第 1 の導電膜を形成する工程は、前記圧電体膜上に密着膜を形成する工程と、当該密着膜上に第 2 の導電性膜を形成する工程と、を含んでなる請求項 1 記載の圧電アクチュエータの製造方法。

**【請求項 3】**

前記イオンは、前記圧電体膜の前記第 1 の導電膜側に、さらに打ち込まれてなる請求項 1 または請求項 2 記載の圧電アクチュエータの製造方法。

**【請求項 4】**

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の圧電アクチュエータの製造方法により製造されてなる圧電アクチュエータ。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の圧電アクチュエータと、

前記圧電アクチュエータの機械的変位によって内容積が変化する圧力発生室と、

前記圧力発生室に連通して液滴を吐出する吐出口と、

を備えた液体噴射ヘッド。

**【請求項 6】**

請求項 5 記載の液体噴射ヘッドと、

前記液体噴射ヘッドを駆動する駆動装置と、

を備えた液体噴射装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、圧電体膜の圧電効果を利用した圧電アクチュエータの製造方法、圧電アクチュエータ、液体噴射ヘッド及び液体噴射装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来から、液体噴射ヘッドの一例として、例えば、インクジェット式記録ヘッドがある。このインクジェット式記録ヘッドでは、プリンタのインク吐出の駆動源として、圧電体膜の圧電効果を利用した圧電アクチュエータを用いている。この圧電アクチュエータは、一般に、液滴（インク滴）を吐出するノズル開口（吐出口）と連通する圧力発生室の一部を構成する振動板と、この振動板上に形成され、かつ下部電極、圧電体層及び上部電極を有する圧電体素子と、を備えて構成されている。このようなインクジェット式記録ヘッドでは、安定した液滴吐出特性が得られ、信頼性を向上することを目的とした様々な改善がなされている。

**【0003】**

10

20

30

40

50

このようなインクジェット式記録ヘッドとしては、例えば、ノズル開口に連通すると共に複数の隔壁によって画成される圧力発生室の列を少なくとも2列備えた流路形成基板の圧電体膜側に接合され、圧電体層を駆動させる駆動回路が実装される接合基板を有すると共に、この接合基板の前記圧力発生室の列間に対応する部分に当該接合基板を厚さ方向に貫通する貫通孔が設けられ、各圧電体層の各々から引き出される引き出し配線が、前記貫通孔に対応する部分まで延設されると共に、当該引き出し配線と前記駆動回路を、前記貫通孔を介して延設される導電性ワイヤによって電氣的に接続することで、貫通孔の面積を小さく抑え、小型化を達成したものがある。(特許文献1参照)。

#### 【0004】

前述した従来のインクジェット式記録ヘッドを製造する際は、通常、以下の方法が採用されている。すなわち、流路形成基板となるシリコン単結晶基板のウェハを約1100℃の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜を形成する。次に、この弾性膜の全面にスパッタリング法により下電極形成用膜を形成した後、この下電極形成用膜をパターンニングして下電極を形成する。次いで、下電極が形成された弾性膜上に圧電体膜をゾルーゲル法で成膜した後、この圧電体膜を大気雰囲気下または酸素雰囲気下で600～1000℃程度の温度で焼成して結晶化させる。次に、Pt、Ir等をスパッタリング法により成膜して上電極形成用膜を形成し、この上電極形成用膜及び圧電体膜をパターンニングして、上電極及び圧電体層を形成する等、所望の工程を行ないインクジェット式記録ヘッドが製造される。

10

【特許文献1】特開2003-246065号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

しかしながら、前述した従来のインクジェット式記録ヘッドでは、圧電体層と上電極との密着性が十分でなく、上電極が剥がれ易い等の不具合が生じる虞があり、歩留まりや信頼性が低下する可能性があった。そこで、上電極として、圧電体層との密着性が良好なTi等の下地金属(密着膜)を使用すると、下地金属が酸化し、十分な圧電特性を得ることが困難となる。

#### 【0006】

また、この構造では、圧電体層と上電極との間に低誘電層が発生し易く、十分な圧電特性が得られない虞もあった。そこで、圧電体層と上電極との間に低誘電層が発生することを防止するため、スパッタリング法により上電極形成用膜を成膜する前に、逆スパッタリング工程を行うことが考えられるが、この逆スパッタリング工程を行うと圧電体層の表面の組成が変化し、圧電特性が低下する虞がある。

30

#### 【0007】

本発明は、このような事情に鑑みなされたものであり、優れた圧電特性を有し、且つ圧電体層と上電極との密着性が向上した圧電アクチュエータの製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0008】

また、本発明は、優れた圧電特性を有し、且つ圧電体層と上電極との密着性が向上した圧電アクチュエータを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

この目的を達成するため本発明は、絶縁膜及び当該絶縁膜上に形成された下電極を含む振動板と、当該振動板上に形成された圧電体層と、当該圧電体層上に形成された上電極と、を備えた圧電アクチュエータの製造方法であって、基板上に絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に下電極を形成する工程と、前記下電極上に圧電体膜を形成する工程と、前記圧電体膜上に第1の導電膜を形成する工程と、前記第1の導電膜を通して、少なくとも前記圧電体膜と第1の導電膜との界面にイオンを打ち込んで導電層を形成し、当該第1の導電膜及び導電層を備えた上電極形成用膜を構成する工程と、前記圧電体膜及び上電極形

50

成用膜をパターンニングし、圧電体層及び上電極を形成する工程と、を含んでなる圧電アクチュエータの製造方法を提供するものである。

【0010】

これらの工程を含む圧電アクチュエータの製造方法によれば、前記圧電体膜上に形成した第1の導電膜を通して、少なくとも当該圧電体膜と第1の導電膜との界面にイオンを打ち込むことにより導電層を形成し、当該第1の導電膜及び導電層を備えた上電極形成用膜を構成するため、当該上電極形成用膜が圧電体膜から剥がれることがない。したがって、後に形成される圧電体層と上電極との密着性を向上させることができる。さらにまた、圧電体層と上電極との界面に、当該圧電体層の圧電特性を低下させる原因の一つとなる誘電層が形成されることもない。したがって、優れた圧電特性を提供することができる。

10

【0011】

また、本発明にかかる圧電アクチュエータの製造方法では、前記第1の導電膜を形成する工程は、前記圧電体膜上に密着膜を形成する工程と、当該密着膜上に第2の導電性膜を形成する工程と、を含むことができる。このようにすることで、前記上電極形成用膜と圧電体膜との密着性をさらに向上させることができる。なお、この場合、圧電体膜と第1の導電膜との界面とは、圧電体膜と密着膜との界面である。

【0012】

そしてまた、本発明にかかる圧電アクチュエータの製造方法では、前記イオンを、前記圧電体膜の前記第1の導電膜側にさらに打ち込むことができる。この工程によれば、前記界面を含め、圧電体膜の第1の導電膜側の層も導電層となる。

20

【0013】

また、本発明は、本発明にかかる圧電アクチュエータの製造方法により製造されてなる圧電アクチュエータを提供するものである。この圧電アクチュエータは、圧電体層と上電極との優れた密着性と、優れた圧電特性の両方を兼ね備えることができる。

【0014】

また、本発明は、本発明にかかる圧電アクチュエータと、前記圧電アクチュエータの機械的変位によって内容積が変化する圧力発生室と、前記圧力発生室に連通して液滴を吐出する吐出口と、を備えた液体噴射ヘッドを提供するものである。

【0015】

さらにまた、本発明は、本発明にかかる液体噴射ヘッドと、前記液体噴射ヘッドを駆動する駆動装置と、を備えた液体噴射装置を提供するものである。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明にかかる圧電アクチュエータの製造方法によれば、圧電体膜上に形成した第1の導電膜を通して、少なくとも当該圧電体膜と第1の導電膜との界面にイオンを打ち込むことにより導電層を形成し、当該第1の導電膜及び導電層を備えた上電極形成用膜を構成するため、後に形成される上電極が圧電体膜から剥がれることがない。この結果、圧電体層と上電極との密着性を向上させることができる。また、圧電体層と上電極との界面に、当該圧電体層の圧電特性を低下させる原因の一つとなる誘電層が形成されることもない。この結果、歩留まりを向上することができ、且つ優れた信頼性を備えた圧電アクチュエータを製造することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

次に、本発明の好適な実施の形態にかかる圧電アクチュエータ及びその製造方法について図面を参照して説明する。なお、以下に記載される実施の形態は、本発明を説明するための例示であり、本発明をこれらの実施の形態にのみ限定するものではない。したがって、本発明は、その要旨を逸脱しない限り、様々な形態で実施することができる。

【0018】

図1は、本発明の好適な実施の形態にかかる圧電アクチュエータを備えた液体噴射ヘッドの分解斜視図、図2は、図1に示す液体噴射ヘッドの圧電アクチュエータ付近の一部を

50

示す平面図、図3～図8は、図1に示す液体噴射ヘッドの製造工程の一部を示す断面図、図9は、図1に示す液体噴射ヘッドが搭載されたインクジェット式記録装置の概略を示す斜視図である。

#### 【0019】

図1～図8に示すように、本実施の形態にかかる液体噴射ヘッドは、複数の圧力発生室30が形成された流路形成基板10の圧力発生室30に対応する領域に、圧電アクチュエータ100が配設されている。本実施の形態では、流路形成基板10として、面方位(110)のシリコン単結晶基板を使用した。この流路形成基板10の一方の面には、SiO<sub>2</sub>膜11及びZrO<sub>2</sub>膜12からなる、厚さ1～2μmの弾性膜(絶縁膜)25が形成されている。また、流路形成基板10の他方の面は、開口面となる。

10

#### 【0020】

流路形成基板10の前記開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより形成された複数の圧力発生室30が形成され、その長手方向外側には、後述する接合板24のリザーバ部51に連通して各圧力発生室30の共通のインク室となるリザーバの一部を構成する連通部52にインク供給路53を介して連通されている。なお、流路形成基板10の前記開口面には、圧力発生室30内に収容されるインクに対する耐性を有した保護膜としての機能を備えたSiO<sub>2</sub>膜33(図8参照)が形成されている。

#### 【0021】

さらに、流路形成基板10の開口面側には、各圧力発生室30のインク供給路53とは反対側で連通するノズル開口35が穿設されたノズルプレート36が接合剤や熱溶着フィルム等を介して固着されている。このノズルプレート36は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、ノズルプレート36は、流路形成基板10と熱膨張係数が略同一の材料で形成するようにしてもよい。この場合には、流路形成基板10とノズルプレート36との熱による変形が略同一となるため、熱硬化性の接合剤等を用いて容易に接合することができる。

20

#### 【0022】

ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室30の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口35の大きさととは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口35は数十μmの直径で精度よく形成する必要がある。

30

#### 【0023】

一方、流路形成基板10の前記開口面とは反対側の面に形成された弾性膜25上であって、圧力発生室30が形成されている領域上には、図8に示すように、下電極13と、圧電体層18と、上電極19が形成されている。下電極13は、弾性膜25と共に振動板を構成している。上電極19は、第1の導電膜15及び導電層16から構成されている。(図6～図8参照)。この弾性膜25と下電極13からなる振動板、圧電体層18及び上電極19を含む部分によって圧電アクチュエータ100が構成されている。(図1及び図2参照)。

#### 【0024】

上電極19上には、外部からの水分によって圧電体層18を劣化させないようにするための保護膜20が形成されており、上電極19は、保護膜20に形成されたコンタクトホール21を介して配線22と電気的に接続されている。(図7及び図8参照)。

40

#### 【0025】

なお、本実施の形態では、下電極13を圧電アクチュエータ100の共通電極とし、上電極19を圧電アクチュエータ100の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、圧力発生室30毎に圧電アクチュエータ100が形成されていることになる。

#### 【0026】

また、流路形成基板10のノズルプレート36が配設された面とは反対側の面(図1で

50

いう上面)には、接合板24が配設されている。この接合板24には、リザーバの一部を構成するリザーバ部51が形成されている。このリザーバ部51は、本実施の形態では、接合板24を厚さ方向に貫通して圧力発生室30の幅方向に亘って形成されており、流路形成基板10の連通部52と連通されて各圧力発生室30の共通のインク室となるリザーバを構成している。

#### 【0027】

また、接合板24の圧電アクチュエータ100に対向する領域には、圧電アクチュエータ100の運動を阻害しない程度の空間を確保した圧電アクチュエータ保持部54が、圧力発生室30に対応してそれぞれ設けられている。なお、この空間は密封されていても密封されていなくともよい。

10

#### 【0028】

なお、本実施の形態では、圧電アクチュエータ保持部54が圧電アクチュエータ100の列毎に設けられているが、この圧電アクチュエータ保持部54は、圧電アクチュエータ100毎に独立して設けるようにしてもよい。このような接合板24は、流路形成基板10の熱膨張率と略同一の材料、例えば、ガラス、セラミック材料等を用いることが好ましく、本実施の形態では、流路形成基板10と同一材料のシリコン単結晶基板を用いて形成した。

#### 【0029】

さらに、接合板24の略中央部、すなわち、圧力発生室30の列間に対向する領域には、接合板24を厚さ方向に貫通する貫通孔55が設けられている。また、接合板24の貫通孔55の両側、すなわち、圧力発生室30の各列に対応する部分には、各圧電アクチュエータ100を駆動するための、例えば、回路基板、あるいは半導体集積回路(IC)等の駆動回路110がそれぞれ実装されている。例えば、本実施の形態では、貫通孔55の両側に実装された各駆動回路110は、それぞれの駆動回路110に対向する領域に設けられた圧電アクチュエータ100を駆動するためのものである。

20

#### 【0030】

本実施の形態にかかる液体噴射ヘッドは、図示しない外部のインク供給手段と接続したインク導入口からインクを取り込み、リザーバからノズル開口35に至るまで内部をインクで満たした後、駆動回路110からの記録信号に従い、圧力発生室30に対応するそれぞれの下電極13と上電極19との間に電圧を印加し、圧電体層18の圧電効果により生じる機械的変位によって、下電極13及び弾性膜25からなる振動板をたわみ変形させることにより、圧力発生室30の内容積を変化させ、各圧力発生室30内の圧力を高めてノズル開口35からインク滴が吐出する。

30

#### 【0031】

この液体噴射ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。

#### 【0032】

具体的には、図9に示すように、液体噴射ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。これらの記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ軸5に沿ってプラテン8が設けられており、図示しない給紙ローラ等により給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8上を搬送されるようになっている。

40

#### 【0033】

次に、本実施の形態にかかる圧電アクチュエータを備えた液体噴射ヘッドの製造工程に

50

ついて図面を参照して説明する。

【0034】

先ず、図3に示す工程のように、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板上に、例えば、熱酸化により $\text{SiO}_2$ 膜11を形成する。次に、この $\text{SiO}_2$ 膜11上に、 $\text{ZrO}_2$ 膜12を形成する。なお、本実施の形態では、 $\text{SiO}_2$ 膜11及び $\text{ZrO}_2$ 膜12が弾性膜（絶縁膜）25となる。次いで、弾性膜25上に下電極形成用膜をスパッタリング法によって形成し、これを所望の形状にパターンニングして下電極13を形成する。なお、下電極13を構成する材料としては、例えば、Ti、Ir、Pt等、所望の導電性材料を用いることができる。

【0035】

次に、図4に示す工程では、下電極13が形成された流路形成基板10上に、ゾルーゲル法により、圧電体前駆体膜を所定の厚さで成膜する。次いで、この圧電体前駆体膜が形成された流路形成基板10を、大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で、約600℃以上の温度で焼成して結晶化させる。このような高温で焼成できることにより、圧電体膜14は、十分な結晶化がなされる。

【0036】

ここで、圧電体膜14は結晶が配向していることが好ましい。このため、本実施の形態では、例えば、金属有機物を触媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、結晶性を有しない圧電体前駆体膜を形成し、さらに圧電体前駆体膜を高温で焼成することで金属酸化物からなり、結晶性を有する圧電体膜14を得る。この圧電体膜14の材料としては、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛系の材料等が好適に使用できる。なお、この圧電体膜14の成膜方法は、特に限定されず、例えば、スパッタリング法で形成してもよい。さらに、ゾルーゲル法又はスパッタリング法等によりチタン酸ジルコン酸鉛の圧電体前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶成長させる方法を用いてもよい。

【0037】

このように成膜された圧電体膜14は、バルクの圧電体とは異なり結晶が優先配向しており、且つ本実施の形態では、圧電体膜14は、結晶が柱状に形成されている。なお、優先配向とは、結晶の配向方向が無秩序ではなく、特定の結晶面がほぼ一定の方向に向いている状態をいう。また、結晶が柱状の薄膜とは、略円柱体の結晶が中心軸を厚さ方向に略一致させた状態で面方向に亘って集合して薄膜を形成している状態をいう。勿論、優先配向した粒状の結晶で形成された薄膜であってもよい。なお、本実施の形態では、圧電体膜14の厚さを0.2～5μmとした。

【0038】

次に、スパッタリング法により、圧電体膜14上に第1の導電膜15を、10～200nm程度の膜厚で形成する。なお、第1の導電膜15を構成する材料としては、例えば、Ir、IrO、Pt、W、Ta、Mo等、所望の導電性材料を用いることができる。この工程では、前処理として、逆スパッタリング法を行うこともできる。

【0039】

次に、図5に示す工程では、図4に示す工程で得た第1の導電膜15を通して、少なくとも第1の導電膜15と圧電体膜14との界面にイオンを打ち込む。なお、本実施の形態では、圧電体膜14の上層部、すなわち、圧電体膜14の第1の導電膜15側にもイオンを打ち込んだ。また、第1の導電膜15にもイオンが打ち込まれた。また、本実施の形態では、このイオンの打ち込み（イオン注入）は、Alイオン、打ち込み電圧300KeV、打ち込み量（ドーズ量）： $1 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{21}$ 個/cm<sup>2</sup>程度で行った。打ち込むイオン種としては、例えば、Ti、Ir、Pt、Pd、Mo、W等が挙げられる。このイオンが打ち込まれた領域が、導電層16となる。次いで、イオンが打ち込まれた流路形成基板10を、例えば、300～400℃程度の温度で、20分程度の熱処理を行い、導電層16を安定化させる。このようにして、第1の導電膜15及び導電層16からなる上電極形成用膜17が構成される。

10

20

30

40

50

## 【0040】

このように、少なくとも第1の導電膜15と圧電体膜14との界面にイオンを打ち込む（注入する）ことにより導電層16を形成し、第1の導電膜15と共に上電極形成用膜17を形成するため、上電極形成用膜17が圧電体膜14から剥がれることがなく、この結果、後に形成される圧電体層18と上電極19との密着性を向上することができる。

## 【0041】

次に、図6に示す工程では、圧電体膜14及び上電極形成用膜17をフォトリソ法によりパターンニングし、圧電体層18及び上電極19を形成する。このようにして、弾性膜25及び下電極13からなる振動板と、圧電体層18と、上電極19からなる圧電アクチュエータ100を形成する。

10

## 【0042】

次に、図7に示す工程では、圧電アクチュエータ100が形成された流路形成基板10上に、 $Al_2O_3$ 膜からなる保護膜20を形成する。次いで、保護膜20の上電極19との接合部にコンタクトホール21を開口し、この保護膜20上に、配線形成用膜を成膜した後、この配線形成用膜をパターンニングし、コンタクトホール21を介して上電極19と電氣的に接続する配線22を形成する。なお、配線22を構成する材料としては、例えば、 $Al/TiW$ 、 $Au/NiCr$ 等を好適に使用することができる。

## 【0043】

次に、図8に示す工程では、図7に示す工程で得た流路形成基板10上に接合板24を接合する。次いで、流路形成基板10の接合板24が接合された側の面とは反対側の面を選択的にエッチング除去し、圧力発生室30を形成する。次に、流路形成基板10の圧力発生室30が形成された側の面に、プラズマCVD法により、圧力発生室30などに收容されるインクに対する耐性を有する $SiO_2$ 膜33を、約 $0.1\mu m$ の膜厚で形成する。その後、流路形成基板10の接合板24が接合された側の面とは反対側の面に、ノズル開口35が穿設されたノズルプレート36を接合する等、所望の工程を行い、図1に示す液体噴射ヘッドを完成させる。

20

## 【0044】

なお、本実施の形態では、図4に示す工程で、圧電体膜14上に、第1の導電膜15を形成した場合について説明したが、これに限らず、例えば、図10に示すように、圧電体膜14上に、導電性を有する密着膜26を、例えば、 $0.1\sim 10nm$ 程度の膜厚で形成し、この密着膜26上に第2の導電膜27を、例えば、 $10\sim 200nm$ 程度の膜厚で形成してもよい。この場合、密着膜26を構成する材料としては、圧電体膜14と第2の導電膜27との密着性を向上させることができ、かつ配線として使用可能であれば特に限定されないが、例えば、 $Ti$ 、 $Cr$ 、 $TiW$ 、 $TiN$ 、 $NiCr$ 等を好適に使用することができる。また、第2の導電膜27としては、第1の導電膜15と同様の材料を好適に使用することができる。

30

## 【0045】

図10に示す工程を行った場合は、次に、例えば、図11に示すように、密着膜26及び第2の導電膜27を通して、少なくとも密着膜26と圧電体膜14との界面にイオンを打ち込む工程を行うことができる。この場合も、例えば、圧電体膜14の上層部、すなわち、圧電体膜14の密着膜26側にもイオンを打ち込むことができる。また、密着膜26及び第2の導電膜27にもイオンを打ち込むことができる。そして、このイオンが打ち込まれた領域が、前述した実施の形態と同様に導電層16となる。次いで、前記と同様に導電層16を安定化させ、第2の導電膜27、密着膜26及び導電層16からなる上電極形成用膜17を構成する。

40

## 【0046】

また、本実施の形態では、 $SiO_2$ 膜11及び $ZrO_2$ 膜12の二層構造を備えた弾性膜（絶縁膜）25を形成する場合について説明したが、これに限らず、弾性膜25は、絶縁機能を有し、圧電アクチュエータの機能を損なわなければ、形成材料は特に限定されず、また一層構造、三層構造以上等、任意に決定することができる。

50



## 【0047】

そしてまた、本実施の形態では、導電層16を形成するためにイオンを打ち込んだが、このイオンは、前述したように、例えば、Ir、Pt、W、Ta、Mo等の一種のイオンを打ち込む他、Mo/Si、W/Si、Ti/N、Ti/W等の二種のイオンを打ち込んでもよい。そしてまた、導電層16の下層部分に、第1のイオンを所望の濃度で打ち込み、その上層（表面側）に第2のイオンを第1のイオンよりも高濃度で打ち込んでもよい。この場合、第1のイオンと第2のイオンは、異なったイオンでもよく、同一のイオンでもよい。また、イオン打ち込み（注入）条件は、前述した条件に限定されるものではなく、所望により決定することができる。また、第1の導電膜15、第2の導電膜27、密着膜26に打ち込まれるイオンの量や打ち込み電圧等のイオン打ち込み条件は、任意に決定することができる。 10

## 【0048】

さらにまた、本実施の形態では、圧力発生室30内に収容されるインクに対する耐性を有している保護膜としてSiO<sub>2</sub>膜33を形成した場合について説明したが、これに限らず、この保護膜は、例えば、SiN<sub>x</sub>膜、TaO<sub>x</sub>膜等、その形成材料は、任意に選択することができる。また、異なった材料膜からなる多層構造とすることもできる。

## 【0049】

本実施の形態では、このような液体噴射ヘッド（インクジェット式記録ヘッド）に液体吐出手段として搭載されるアクチュエータだけでなく、あらゆる装置に搭載されるアクチュエータ装置に適用することができる。例えば、アクチュエータ装置は、上述したヘッドの他に、センサー等にも適用することができる。また、本実施の形態では、液体噴射ヘッドとしてインクを吐出するインクジェット式記録ヘッドを一例として説明したが、本発明は、広く液体噴射ヘッド及び液体噴射装置全般を対象としたものである。液体噴射ヘッドとしては、例えば、プリンタ等の画像記録装置に用いられる記録ヘッド、液晶ディスプレイ等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機ELディスプレイ、FED（面発光ディスプレイ）等の電極形成に用いられる電極材料噴射ヘッド、バイオchip製造に用いられる生体有機物噴射ヘッド等を挙げることができる。 20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0050】

【図1】本発明の好適な実施の形態にかかる圧電アクチュエータを備えた液体噴射ヘッドの分解斜視図である。 30

【図2】図1に示す液体噴射ヘッドの圧電アクチュエータ付近の一部を示す平面図である。

【図3】図1に示す液体噴射ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【図4】図1に示す液体噴射ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【図5】図1に示す液体噴射ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【図6】図1に示す液体噴射ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【図7】図1に示す液体噴射ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【図8】図1に示す液体噴射ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【図9】図1に示す液体噴射ヘッドが搭載されたインクジェット式記録装置の概略を示す斜視図である。 40

【図10】本発明の他の実施の形態にかかる製造工程の一部を示す断面図である。

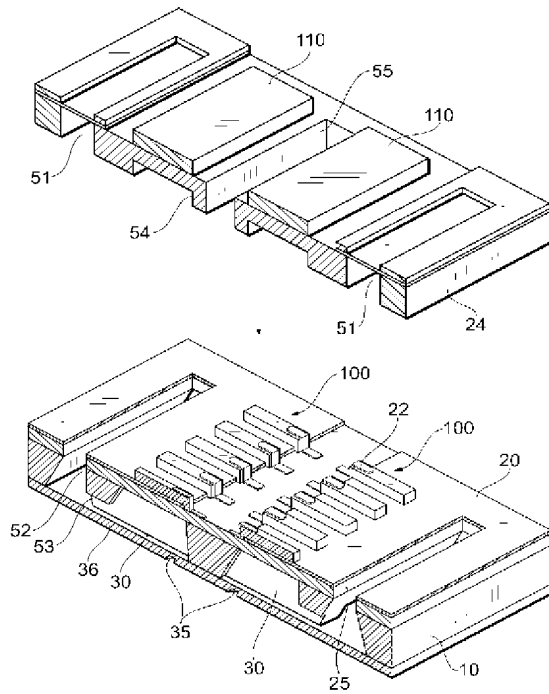
【図11】本発明の他の実施の形態にかかる製造工程の一部を示す断面図である。

## 【符号の説明】

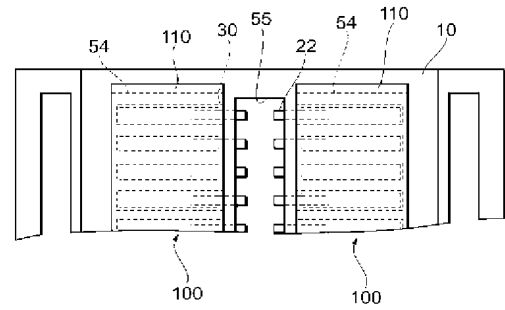
## 【0051】

10 流路形成基板、 11 SiO<sub>2</sub>膜、 12 ZrO<sub>2</sub>膜、 13 下電極、 14 圧電体膜、 15 第1の導電膜、 16 導電層、 17 上電極形成用膜、 18 圧電体層、 19 上電極、 25 弾性膜、 30 圧力発生室、 100 圧電アクチュエータ

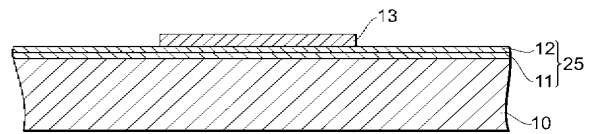
【図 1】



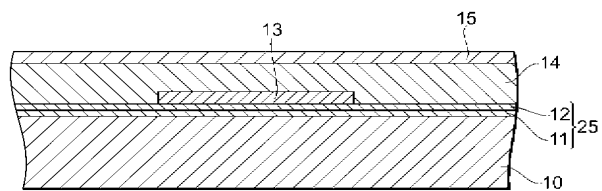
【図 2】



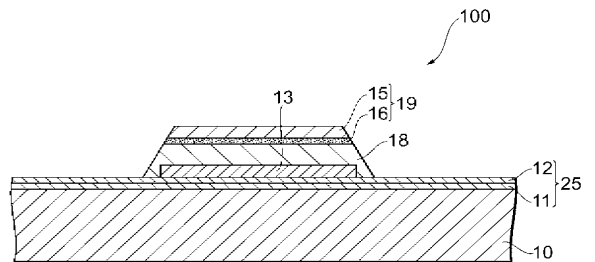
【図 3】



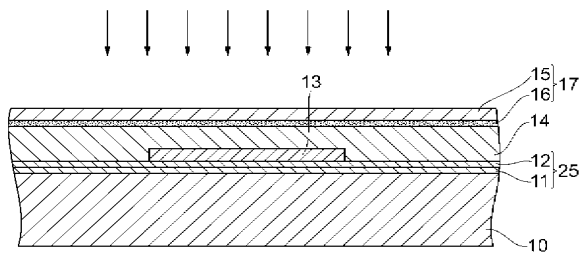
【図 4】



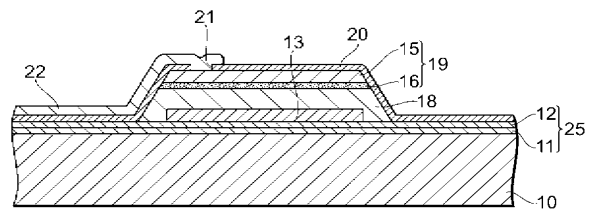
【図 6】



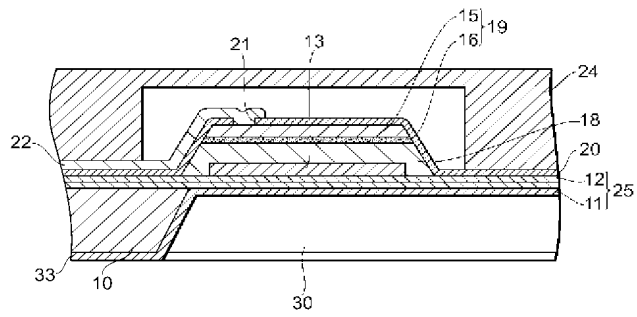
【図 5】



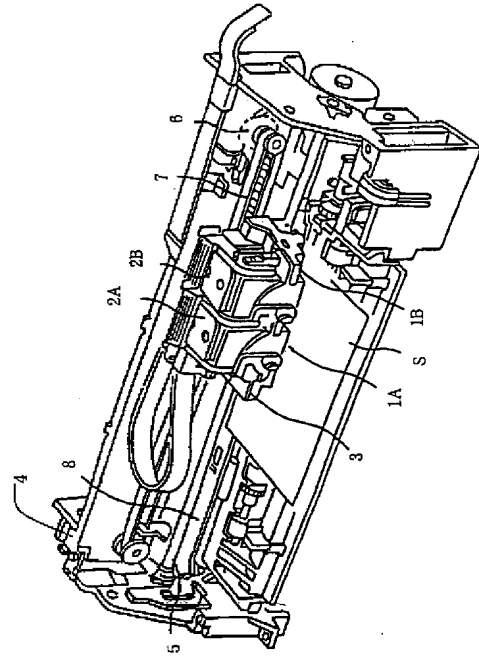
【図 7】



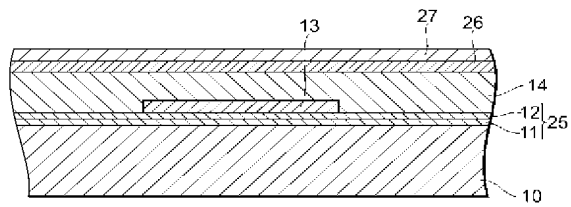
【図 8】



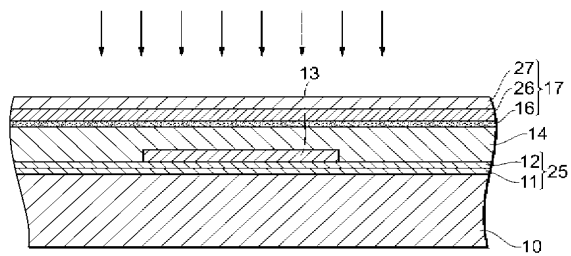
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(51)Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

*H O 1 L 41/187 (2006.01)*

H O 1 L 41/18 1 O 1 Z

*H O 1 L 41/18 (2006.01)*

**PAT-NO:** JP02006228866A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2006228866 A  
**TITLE:** PIEZOELECTRIC ACTUATOR,  
MANUFACTURING METHOD  
THEREOF, LIQUID INJECTION HEAD,  
AND LIQUID INJECTION DEVICE  
**PUBN-DATE:** August 31, 2006

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
TSUDA, AKIHITO	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SEIKO EPSON CORP	N/A

**APPL-NO:** JP2005038942  
**APPL-DATE:** February 16, 2005

**INT-CL-ISSUED:**

TYPE	IPC DATE IPC-OLD
IPCP	H01L41/22 20060101 H01L041/22
IPFC	B41J2/16 20060101 B41J002/16
IPFC	B41J2/045 20060101 B41J002/045
IPFC	B41J2/055 20060101 B41J002/055
IPFC	H01L41/09 20060101 H01L041/09
IPFC	H01L41/187 20060101 H01L041/187

IPFC

H01L41/18 20060101 H01L041/18

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a piezoelectric actuator of excellent piezoelectric characteristics and its manufacturing method of which the adhesion between a piezoelectric body layer and an upper electrode is improved.

**SOLUTION:** The manufacturing method of a piezoelectric actuator includes a process for forming an insulating film (elastic film) 25 on a substrate 10, a process for forming a lower electrode 13 on the insulating film 25, a process for forming a piezoelectric body film 14 on the lower electrode 13, a process for forming a first conductive film 15 on the piezoelectric body film 14, a process for configuring an upper electrode forming film 17 formed with the first conductive film 15 and a conductive layer 16 by forming the conductive layer 16 by implanting ions in the interface of at least the piezoelectric body film 14 and the first conductive film 15 through the first conductive film 15, and a process for patterning the piezoelectric body film 14 and the upper electrode forming film 17 to form a piezoelectric body layer 18 and an upper electrode 19.

**COPYRIGHT:** (C)2006,JPO&NCIPI